

Archeologia e Calcolatori  
13, 2002, 101-117

## POUR UNE THÉORIE GÉNÉRALE DE LA CONNAISSANCE EN ARCHÉOLOGIE

### 1. INTRODUCTION

La question méthodologique de la connaissance en Archéologie, procède de deux attitudes chez les archéologues: d'une part, ceux qui ne se posent pas de question théorique à son propos ("archéologue pratiquant") ou ceux qui réfutent toute possibilité d'y accéder (archéologues post-modernes), et d'autre part ceux, rares, qui essaient de développer des approches épistémologiques, en résumé qui sont à la recherche d'une théorie de la connaissance en Archéologie, d'où le titre de la présente communication. A ces chercheurs de l'impossible, deux voies s'ouvrent pour leur permettre de tracer un chemin: la première est l'étude de l'archéologie et de l'évolution des connaissances (et des méconnaissances) depuis les origines, et la seconde, c'est la recherche des apports méthodologiques potentiels d'autres sciences, comme les Neurosciences (à l'origine des recherches cognitives), la sémiologie, les mathématiques, l'informatique, la théorie des Systèmes, et en général de toutes les approches visant à formaliser des processus ou des raisonnements, apports qui ont largement contribué à la genèse de cet article.

### 2. UNE DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE EN TROIS NIVEAUX POUR L'ARCHÉOLOGIE : DE PEIRCE AUX SCIENCES COGNITIVES

L'objet de ce paragraphe est de montrer que la plupart des disciplines des sciences exactes et des sciences humaines ont naturellement mis en œuvre, le plus souvent indépendamment les unes des autres, des démarches méthodologiques analogues, dont le point commun historique semble être les travaux de logique de PEIRCE (1992: réédition d'un texte de référence de 1898). Les travaux de sémiotique de Peirce l'ont amené, à l'occasion de publications de nombreuses fois reprises, à proposer une décomposition des processus de formalisation en trois niveaux. Cette décomposition trouve un champ d'application immense dans de nombreuses sciences comme les sciences humaines, les sciences sociales, les processus industriels, etc. Le développement des sciences cognitives, en donnant une base physiologique à cette décomposition, a donné un nouvel éclairage à ces travaux précurseurs qui datent de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Trois exemples sont donnés de l'application de cette démarche en trois niveaux:

– Automatismes (Cybernétique, Robotique, contrôle-commande, productique, etc.)

- un niveau d’acquisition des informations, au moyen de capteurs variés,
  - un niveau de reconnaissance de formes,
  - un niveau de diagnostic, permettant une décision.
- Psychologie cognitive (RICHARD, BONNET, GHIGLIONE 1990)
- un niveau infra-sémantique, qui est celui de l’acquisition d’un signal fourni par des systèmes spécialisés dans l’extraction et l’analyse des informations issues de nos activités sensori-motrices,
  - un niveau sémantique d’identification des objets réels ou virtuels, aboutissant à des structurations de l’espace-temps,
  - un niveau sémantique du traitement des significations en vue d’élaborer des décisions d’action.
- Archéologie cognitive (DJINDJIAN 1993)
- **A** Acquisition, de l’information intrinsèque (interaction cognitive archéologue-objet) et de l’information extrinsèque (enregistrement pendant les opérations de prospection et de fouilles),
  - **S** Structuration, obtenue par des mécanismes de corrélation entre informations intrinsèques (structuration intrinsèque) ou par des mécanismes de corrélation entre informations intrinsèques et informations extrinsèques (structuration extrinsèque),
  - **R** Reconstitution (Modélisation cognitive).

Il est facile de reconnaître dans le premier niveau A, le niveau d’acquisition de l’information intrinsèque (interaction cognitive archéologue-objet) et de l’information extrinsèque (enregistrement pendant les opérations de prospection et de fouilles).

Le niveau S est le niveau de structuration, obtenu par des mécanismes de corrélation entre informations intrinsèques (structuration intrinsèque) ou par des mécanismes de corrélation entre informations intrinsèques et informations extrinsèques (structuration extrinsèque). C’est le niveau où l’archéologie quantitative intervient, permettant le recours à des techniques statistiques élémentaires, aux graphiques et à l’analyse des données : typologies, analyse spatiale, caractérisation physico-chimique, etc.

Le niveau R, enfin, est celui de la reconstitution du système archéologique dans sa totalité, à partir des résultats des niveaux A et S. Le mot reconstitution peut surprendre un lecteur qui se serait attendu ici plutôt au terme de modélisation. C’est que le mot en français est trop ambigu, obligeant à laisser son utilisation à la seule modélisation d’un système connu à réduire parce que contemporain, à l’opposé du système archéologique inconnu à reconstituer parce que disparu. Un modèle est en effet une réduction maîtrisée d’un système complexe et riche alors que le modèle archéologique est une extension

d'un système pauvre et lacunaire. Il y a dans cette remarque toute la complexité ou l'impossibilité, bien connu dans la littérature depuis les travaux de la New Archaeology, des tentatives de modélisation archéologique.

Cette introduction à ce concept des trois niveaux de formalisation permet immédiatement de mettre en évidence trois questions méthodologiques critiques rencontrées en Archéologie, quelles que soient les périodes et les régions étudiées.

La première question est celle de la **connaissance A**, qui se pose de la façon la plus spectaculaire en imaginant l'attitude intellectuelle du premier archéologue devant le premier artefact inconnu. La question appartient aujourd'hui au domaine des sciences cognitives.

La deuxième question est celle de l'**enrichissement des S**. Elle est bien connue de tous ceux qui sont familiers des polémiques entre structuralistes et destructuralistes. Il est possible de la résoudre en proposant une distinction entre l'existence d'une structure et son explication. En effet, toutes les données, par des jeux de corrélation (qui ne sont pas forcément des causalités), créent des structures de données. Sans méthodes appropriées, ces structures peuvent être des structures mélangées ininterprétables ou interprétées à tort. Une structure n'est utile dans une démarche cognitive, que si elle est enrichie itérativement par des corrélations intrinsèques et extrinsèques supplémentaires, qui en quelque sorte créent l'ossature d'un système qu'elles révèlent progressivement. La méthode du triplet systémique (I, E, S) que nous avons proposé (DJINDJIAN 1980) est un exemple de méthode d'enrichissement des S (cf. *infra*).

La troisième question, est celle du passage de S vers R. Ce sont les propositions méthodologiques nouvelles faites ici qui justifient le titre proposé, d'aller vers la formalisation complète d'une théorie de la connaissance en Archéologie, connaissance perçue comme le résultat de l'aboutissement du processus de bout en bout, jusqu'à la proposition R, mais également le début de nouveaux processus à partir des connaissances enrichies A+. A ce titre, l'Archéologie, elle-même, peut être définie comme un apprentissage arrière pour la re-connaissance des civilisations du passé (DJINDJIAN 1996).

### 3. LA CONNAISSANCE A

Les objets que manipulent les raisonnements archéologiques sont des artefacts (ou vestiges matériels), des ensembles d'artefacts qui appartiennent à une structure identifiée: physique (niveau stratigraphique, structure d'habitat) ou logique (artefacts de même type, ayant un caractère en commun, etc.), et des objets méthodologiques (concepts utilisés par l'archéologue pour appliquer une méthode à une action archéologique: zone, carré, sondage, coupe, prélèvement, échantillon).

Les objets décrits précédemment sont porteurs d'informations. Ces informations peuvent être classées dans plusieurs catégories:

- Les informations intrinsèques, nommées I, sont des représentations de l'objet, résultat d'une interaction entre l'objet archéologique et l'archéologue qui le perçoit et le décrit. L'information I est une connaissance de l'objet.
- Les informations extrinsèques, nommées E, sont des informations qui enregistrent tous les contextes de l'objet: sa position stratigraphique et planigraphique, son environnement, ses relations avec les objets voisins, etc. Elle est le résultat de la finesse et de la qualité du processus de prospection et de fouilles archéologiques.
- Les informations administratives qui renseignent sur la gestion de la fouille (dates, archéologues, références de documents, propriété, archivage, conservation, enregistrement, procédures, etc.)

D'où provient la connaissance que l'on a des choses en Archéologie? Question sans objet du théoricien qui ratiocine? Un marteau du II<sup>e</sup> siècle ne ressemble-t-il donc pas à un marteau du XX<sup>e</sup> siècle? Et une pièce de monnaie reste une pièce de monnaie de la première pièce frappée de l'Histoire à l'Euro. Mais un biface pris pour une pierre de foudre, une écriture indéchiffrable, un alliage inconnu, un dégraissant inusité, un système de voûte impossible à reconstruire, un bâtiment à la fonction indéterminable, un temple à la religion mystérieuse, une pierre à fusil pour qui ne connaît pas le fusil, une sculpture au style si étrange qu'il inspire les artistes contemporains, etc. Tous ces exemples, choisis parmi une infinité d'autres, montrent combien la question du "comment connaît-on" en Archéologie, reste une question théorique fondamentale.

Dans la question posée de ce colloque, "Qu'est-ce que la Connaissance en Archéologie", ce n'est donc pas tant le résultat qui nous intéresse ici (des supposées connaissances archéologiques) mais le processus qui nous a fait passer d'un état de non-connaissance (assez facile à définir lui aussi) à celui de supposée connaissance, et bien sûr de sa validation en tant que connaissance.

Cette approche nous oblige à associer à la connaissance A, d'autres informations connues comme:

- L'archéologue qui en est à l'origine, Arch,
- Le processus de création de cette connaissance, Pc,
- Le processus de validation ou de réfutation associé au processus précédent, Pv, définissant un ensemble (A, Arch, Pc, Pv) indissociable dans les raisonnements.

Une fois posé ces préalables, la Connaissance archéologique, telle qu'elle est maniée par l'archéologue dans un quelconque discours scientifique appartient en fait à un nombre limité de catégories:

- Des connaissances antérieures, validées ou non, fausses ou exactes, celles qui sont enseignées dans les universités, publiées dans les livres, diffusées

dans les différents médias, avec ou sans contrôle scientifique. Cette catégorie ne nous apprend évidemment rien. Elle décrit simplement un processus de transmission de cette connaissance.

- Les sources historiques, textes et inscriptions, qui, une fois déchiffrées, nous informent ou nous désinforment sur une réalité historique, sociale et politique.
- La connaissance par analogies.

L'archéologue, en comparant un système incomplet en cours d'études avec des systèmes complets connus dont certains composants sont similaires, suppose implicitement que ces composants ont une valeur structurante pour l'existence et le fonctionnement de ces systèmes, et reconstitue le système incomplet par les systèmes complets analogues. De ce point de vue, l'archéologue ne connaît pas par raisonnement: il reconnaît par analogie. Trois types d'analogies sont fréquemment utilisées en Archéologie:

- L'analogie contemporaine

L'analogie contemporaine est la connaissance du fonctionnement des sociétés modernes dans lesquelles nous vivons, et dont nous appliquons des mécanismes supposés indépendants du temps et des sociétés, aux sociétés disparues que nous étudions. Elle implique que l'archéologue s'immerge dans les sociétés contemporaines au lieu de les fuir en s'intéressant au passé. Les limites de cette connaissance nous sont expliquées par les archéologues post-modernes, qui prônent que les archéologues ne font que projeter sur les vestiges archéologiques les modèles culturels et sociologiques du monde dans lequel ils vivent. Mais l'enfant sauvage pourrait-il être meilleur archéologue que l'ethnologue? En réalité, l'analogie contemporaine nous apprend surtout le bon sens, la vertu de ce qui est simple, de ce qui est réaliste, de ce qui fonctionne, de ce qui s'adapte, bref de ce qui survit.

- L'analogie ethnographique

L'analogie ethnographique, qui complète utilement la précédente, nous permet de trouver des rapports avec des sociétés contemporaines, dites «primitives», qui fonctionnent avec les mêmes types de société que les civilisations anciennes: chasseurs-cueilleurs, agriculture itinérante, nomades, etc. Souvent vilipendée à cause de ses excès dans les pays aux longues histoires coloniales, référence obligatoire dans les pays aux traditions d'anthropologie culturelle, l'analogie ethnographique connaît des modes mais reste une source analogique indispensable.

- L'analogie expérimentale

L'analogie expérimentale amène l'archéologue à faire l'apprentissage des gestes pour reproduire les mêmes techniques, fabriquer les mêmes objets, retrouver les savoir faire perdus au cours du temps. Il n'y a certes pas démons-

tration mais déjà analogie. Mais il y a l'acquisition de l'intelligence de gestes, de savoir-faire, de méthodes: tailler la pierre, fabriquer les céramiques, forger les métaux, bâtir des palais et des monuments religieux, irriguer un territoire, construire un bateau, protéger une ville, etc. L'analogie expérimentale conduit l'archéologue à vouloir savoir tout faire pour pouvoir en parler et à penser qu'on ne peut pas en parler sans l'avoir préalablement fait.

Il est important d'ajouter que l'utilisation de ces analogies est peut être plus efficace dans le processus de validation/réfutation de la connaissance, Pv, où elles font apparaître les contradictions, que dans le processus de création de la connaissance lui-même, Pc.

– L'aboutissement d'un processus cognitif

Utilisés seuls, les trois modes d'acquisition de la connaissance précédents, ne sont pas suffisants pour fournir un mécanisme cognitif: un raisonnement, s'appuyant sur les analogies précédentes et sur les données archéologiques, enchaînant les faits, corrélant les données, vérifiant les hypothèses, qui produit des connaissances irréfutables, source des connaissances antérieures.

#### 4. L'ENRICHISSEMENT DES STRUCTURES S

C'est dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, que la méthode archéologique s'est progressivement constituée, en développant essentiellement deux thèmes:

- La typologie des artefacts,
- Les études spatio-temporelles (chronologie et territoires).

Ces méthodes sont des opérations de structuration intrinsèque pour la typologie et de structuration extrinsèque pour les études spatio-temporelles, qui analysent les corrélations entre les types et le temps pour la chronologie, les types et l'espace pour les territoires. Ces structurations ont conduit à l'élaboration du concept de cultures en Préhistoire, qui a rencontré le succès que l'on sait. Pourtant, les divergences observées au I<sup>er</sup> millénaire avant J.C., entre les cultures archéologiques et les peuplements décrits par les premiers textes historiques auraient pu entraîner une remise en question de ce concept de cultures. Il y a là un exemple caractéristique des dérives sémantiques progressives entre les structures observées et leurs interprétations. De nombreux autres exemples montrent que cette question se situe à un niveau plus général dans l'Archéologie: les "cultures" moustériennes, les "ethnies" du paléolithique supérieur, la "civilisation" campaniforme, la "civilisation" des champs d'urnes. Cet exemple révèle les conséquences malheureuses de la confusion entre le niveau S de Structuration (aboutissant à la définition d'une culture) et le niveau R, de Reconstitution (qui aurait du aboutir à la définition d'un système culturel).

Toute utilisation des données archéologiques résultant d'une acquisition A conduit en effet à des structurations, que ces utilisations soient non formalisées ou qu'elles résultent d'un processus entièrement formalisé de bout en bout. Les structurations sont le résultat de corrélations  $I \times I$  et de corrélations  $I \times E$ , jadis de façon informelle et qualitative (érudition) ou aujourd'hui de façon formelle, quantitative et graphique (démonstration). Les techniques de corrélation utilisées appartiennent à l'arsenal des techniques graphiques, statistiques élémentaires et naturellement à l'analyse des données qui, depuis la fin des années 70, a apporté là une contribution majeure à la méthode archéologique.

La mise en évidence de structures, comme tout mécanisme structuraliste, ne résout en effet pas tout. Une structure pour être cognitive doit représenter un système; en d'autres termes, les informations I et E choisies pour la structuration doivent en effet être des variables d'état du système, qualité qu'il est difficile de garantir a priori. Une structuration ne révèle pas automatiquement les mécanismes internes d'un système. Car, en général, les variables utilisées sont des informations choisies du fait de leur disponibilité archéologique. Si dans la réalité elles n'interviennent pas dans le fonctionnement d'un système, alors la structure risque d'être au pire nuisible, au mieux inutile, dans le mécanisme logique.

Les débats entre structuralistes et déstructuralistes ont bien montré que le seul jeu de corrélations ne suffit pas à faire émerger des structures susceptibles de tout expliquer. Dans certains cas, les structures révèlent des corrélations n'ayant qu'une portée limitée, mais desquelles on voudrait tirer des conséquences fortes. Dans d'autres cas, les structures ne sont bien souvent que des mélanges de structures, qui obscurcissent plus qu'elles n'éclairent les mécanismes internes d'un système. Car l'objet d'une structuration, par des processus d'enrichissement et de complétude progressifs, c'est de fournir une ossature explicative interne au système étudié, que ce soit en ethnologie, en archéologie, en linguistique, en sociologie.

Comme il est guère possible a priori de tout connaître du potentiel cognitif d'une information archéologique rentrant dans un processus de structuration, ce mécanisme ne peut être qu'itératif, permettant le nécessaire enrichissement progressif des structures. Un exemple de processus itératif d'enrichissement des structures est donné par la méthode du triplet systémique.

La méthode du triplet systémique (DJINDJIAN 1980) est une méthode basée sur une approche systémique visant à formaliser et à enrichir l'étape de structuration. Elle permet une utilisation contrôlée des techniques quantitatives de structuration de l'analyse des données. L'approche consiste à définir premièrement un système S (physique ou logique) d'objets O, sur lequel va s'appliquer le mécanisme cognitif projeté par la problématique archéologique explicitée initialement. Trois entités définissent le triplet systémique S



(O, I, E): les objets O, l'information intrinsèque I et l'information extrinsèque E.

– Etape 1: Définition du système S

Le système S est lui-même défini, par un ensemble de valeurs constantes de E, comme par exemple les objets d'une même unité stratigraphique (ensemble clos), d'une même sépulture, les peintures d'une même grotte ornée, les outils d'une même structure d'habitat, les structures urbaines contemporaines d'un même territoire, etc. qui peuvent toutes être définies par un jeu de valeurs constantes d'informations extrinsèques de type T (temps), H (structure d'habitat), R (territoire), L (localisation), M (origine), EV (environnement), EC (économie), etc.

– Etape 2: Perception et description des informations intrinsèques I

– Etape 3: Enregistrement des informations extrinsèques E

– Etape 4: Formalisation de la structuration:

– structurer le système formalisé par le tableau objets x description des objets ( $O \times I$ ), qui fournit des structures de partitions (classifications ou typologies) ou des structures sérielles (sériations), donnant un nouvel ordre sur O, soit  $O+$ , et des corrélations sur I, soit  $I+$ . Le système passe alors de l'état cognitif S (O, I) à l'état  $S+$  ( $O+$ ,  $I+$ ). Cette structuration est appelée structuration intrinsèque.

– structurer le système formalisé par le tableau d'occurrence ( $I \times E$ ), qui fournit des structures de correspondances entre les deux ensembles d'informations, structuration en faciès chronologiques pour  $E=T$ , structuration spatiale pour  $E=H$  ou  $L$ , déterminisme environnemental pour  $E=EV$ , etc. Le système passe alors d'un état cognitif S (O, I, E) à un état cognitif  $S+$  ( $O+$ ,  $I+$ ,  $E+$ ). Cette structuration est appelée structuration extrinsèque.

– Etape 5: Application des techniques d'analyse des données sur les tableaux ( $O \times I$ ) ou ( $I \times E$ )

– Etape 6: Rétroactions par retour sur I et E

– Etape 7: Enrichissements progressifs par intégration de nouveaux I et E

– Etape 8: Validation (sur un autre système de O, par une autre corrélation E, etc.).

Un exemple d'application de la méthode du triplet systémique à une étude de BARRANDON et IRIGOIN (1979) sur la fabrication du papier aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle en Europe permet d'illustrer la capacité d'enrichissement structurel de la méthode.

Une série de papiers est analysée par activation neutronique, qui met en évidence une structure en deux classes discriminées par l'Arsenic et le Cobalt (structuration intrinsèque par les éléments traces). Les deux classes correspon-



dent respectivement à des papiers de fabrication angoumoise et hollandaise (explication par une information intrinsèque géographique). La différence de composition s'explique par l'ajout dans le papier hollandais d'un minéral au pouvoir blanchissant, la smaltine  $(\text{CO}, \text{Ni})\text{AS}_3$ , qui est confirmée par la mesure de la teneur en Nickel de l'échantillon:  $(\text{CO}_{0,7}\text{Ni}_{0,3})\text{AS}_3$  (explication par une information intrinsèque de niveau supérieur). Cette innovation a été pratiquée à partir de 1748, comme le montrent les analyses de papier hollandais fabriqués entre 1650 et 1810 (explication par une information extrinsèque chronologique).

Cette étude de Barrandon et Irigoin met en évidence le pouvoir cognitif du jeu des explications par des informations intrinsèques et extrinsèques, qui permet d'aboutir à la compréhension du système technologique et concurrentiel du marché du papier de luxe au XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles.

## 5. COMMENT PASSER DE S À R?

L'exemple précédent, même s'il est un bon exemple d'enrichissement progressif d'une structure R, ne nous a pas convaincu que toutes les structures obtenues peuvent aussi facilement s'enrichir suffisamment pour modéliser un système, permettant une reconstitution immédiate. Dans la réalité de l'histoire de l'Archéologie, ce passage de S vers R, c'est-à-dire de la structure à la reconstitution du système, a fait l'objet de nombreuses approches théoriques, dont nous devons préalablement étudier les possibilités et les limites.

### 5.1 L'approche empirico-inductive

L'approche empirico-inductive, qui part des données sans a priori et qui aboutit aux reconstitutions par généralisation successive, est toujours pratiquée aujourd'hui. On peut définir ainsi les étapes de cette approche:

- L'acquisition des données,
- La corrélation des faits,
- La déduction de propositions,
- L'enchaînement de ces propositions,
- La recherche de leur généralisation,
- La validation ou la réfutation de ces généralisations.

Les limites de l'approche empirico-inductive sont suffisamment bien connues pour qu'il soit inutile de s'y appesantir:

- Les structurations, et donc les propositions, sont de faible niveau cognitif,
- Toute sur-interprétation entraîne des ruptures logiques dans la chaîne des propositions,
- Pour reprendre un exemple classique dans la préhistoire ancienne et récente, toute structure devient alors "Culture" (cf. *supra*).

Comment passer de structures aux explications limitées à une reconstitution offrant une vision systémique globale? La question vaut d'être posée parce que la problématique n'est pas ancienne en Archéologie. N'a-t-elle pas en effet été posée par la New Archaeology américaine, derrière BINFORD (1966) et la New Archaeology anglaise, derrière CLARKE (1968) que fort récemment dans les années 1960? Jusqu'alors l'Archéologie mondiale se satisfaisait de se limiter à l'étape de structuration spatio-temporelle, sans aller plus loin dans la reconstitution sauf quand les écrits historiques le faisaient d'eux-mêmes (Archéologie classique européenne).

## 5.2 Les lois universelles

Une deuxième méthode est de chercher un fil d'Ariane qui va permettre cette montée cognitive de S vers R. Ces fils d'Ariane sont des lois universelles, qui s'appliqueraient de tous temps en tout lieu, quelles que soient les sociétés concernées.

La recherche de lois universelles s'appliquant génériquement à des données archéologiques résulte d'une tentative de rationalisme critique, issues des méthodes expérimentales des sciences exactes, dont les approches hypothético-déductives sont un des exemples les plus fameux. En Archéologie, plusieurs paradigmes ont ainsi connu des succès divers.

L'Ecologie a influencé l'Archéologie avec l'Ecologie culturelle, qui cherche à expliquer les comportements et les productions anthropiques par des adaptations aux environnements et leurs changements par des évolutions de ces environnements (déterminisme culturel).

La Sociologie a inspiré la New Archaeology pour mettre en évidence des lois sociales universelles, marquant l'influence des conditions matérielles de la vie dans le fonctionnalisme et le matérialisme culturel. L'Anthropologie structurale a par contre peu inspiré les archéologues (concept d'échanges). Les Sciences politiques ont apporté à l'Archéologie des modèles marxistes, qui prônent l'importance des hiérarchies sociales, des pouvoirs et du contrôle des richesses dans le fonctionnement des sociétés passées (le concept de dominance dans le marxisme structural).

Toutes ces approches, quelle que soit leur origine académique, possèdent en commun le caractère d'être des axiomes ou des a priori, posés sans autre souci de justification que leur intérêt potentiel, non sans quelques idéologies sous-jacentes conscientes et inconscientes.

Ces axiomes, appliqués en Archéologie, vont contribuer à reconstituer des sociétés mais à la différence des mathématiques où ils ne sont que des créations logiques, c'est-à-dire axiomatiques, en Archéologie, ces reconstitutions deviennent réelles dès qu'elles sont publiées. C'est la raison pour laquelle, les propositions de KUHN (1970) ont rencontré un tel succès en Sciences Humaines, quand il parle de "changer de paradigme" expression deve-

nue célèbre pour sortir d'une voie de recherche épuisée, qui ne produit plus guère que des blocages, des contradictions et des réfutations. On oublie cependant vite que le nouveau paradigme n'est pas plus définitif que le précédent, à moins d'en avoir été conscient dès le début et de vouloir le dissimuler.

Ce sont les modélisations du système basées sur cette approche que nous avons appelés "modèles paradigmatiques" (DJINDJIAN, sous presse 1), dans le sens où ils possèdent des a priori dans les explications qui sous-tendent les reconstitutions. Car une hypothèse n'est pas un paradigme! En d'autres termes, l'invention d'un nouveau paradigme n'est pas une démarche hypothético-déductive (au sens de Popper) mais le plus souvent idéologique (au sens post-moderne).

Un modèle paradigmatique peut être formalisé par le schéma suivant, qui visualise les trois niveaux de la démarche méthodologique,

$$\begin{array}{ccccc} A & \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} & S & \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} & R_i \\ +A_i & & +S_i & & \end{array}$$

Il est facile de s'apercevoir que le modèle paradigmatique ajoute des connaissances  $A_i$  et des structures  $S_i$ , pour pallier l'insuffisance des données archéologiques et afin de faciliter la reconstitution  $R_i$ .

Ces modèles paradigmatiques possèdent les propriétés suivantes:

- Ils sont universels (c'est la conséquence de l'axiome préalable),
- Ils sont logiques (comme résultant d'un raisonnement formalisé),
- Ils sont plausibles (c'est-à-dire ils ne sont pas contredits par les données disponibles).

L'insuffisance des données archéologiques pour nourrir des modèles (et non l'inverse dans la modélisation dans le monde moderne) et la présence de ces a priori dans la construction du modèle, qui crée des tautologies, font que généralement tous les modèles marchent! La grande faiblesse de cette approche, c'est l'absence de mécanismes de réfutation interne.

Ces approches possèdent toutes en commun de correspondre à un nouveau paradigme, remplaçant non pas des propositions démontrées par un raisonnement logique explicite mais un autre paradigme, dans une approche que l'on peut finalement qualifier d'herméneutique.

### 5.3 Les modèles cognitifs

Une troisième méthode, que nous appelons «modèles cognitifs» et que nous nous proposons de développer ici, est une nouvelle tentative pour définir une méthode, pouvant se passer de tout a priori, et capable d'atteindre un certain niveau de reconstitution à un instant donné. Il est en outre possible de formaliser un discours à partir de ce modèle et d'en tester la rigueur logique.

Entre une approche empirico-inductive, où “tout est Culture” et une approche aprioriste “où tous les modèles marchent”, est-il possible de trouver une approche, que nous appellerons ici “approche cognitive”, dans laquelle ces deux défauts peuvent être éliminés?

## 6. LES MODÈLES COGNITIFS

Pour essayer d'éliminer les défauts des approches précédentes, il est nécessaire d'imposer des contraintes plus sévères aux modèles que nous élaborons dans l'étape de reconstitution de S vers R.

Le modèle cognitif est défini par les neuf qualités suivantes:

1. Explicite  
Les données et leurs contraintes (limites de validité, incertitudes), les règles et leurs domaines d'application sont explicitées.
2. Formalisé  
La définition du modèle est le résultat d'un processus formalisé, progressif, itératif, réalisé par étapes successives.
3. Répétitif  
Le modèle est indépendant de l'archéologue qui l'a réalisé.
4. Stable  
Le modèle n'est pas remis en cause, mais confirmé et précisé par des données nouvelles, inconnues au moment de son élaboration.
5. Systémique  
Le modèle représente un système.
6. Réfutable  
Le modèle doit contenir des mécanismes de corrélation en suffisant grand nombre pour lui permettre d'assurer sa propre réfutabilité (au sens de Popper).
7. Prédicatif  
Le fonctionnement du modèle doit pouvoir produire des prédictions, qui pourront être vérifiées.
8. Discursif  
Le modèle est décrit par un discours, respectant les règles d'une grammaire logique.
9. Auditable  
La logique du discours du modèle peut être vérifiée par des techniques comme l'analyse logicienne.

Une telle définition ne peut être utile au discours que si nous sommes capables de développer une méthodologie nous permettant de construire ces modèles. C'est ce que nous allons aborder dans le chapitre suivant.

## 7. DÉMARCHES MÉTHODOLOGIQUES POUR ÉLABORER UN MODÈLE COGNITIF

Une méthode en dix étapes est proposée pour construire un modèle cognitif en Archéologie. Certaines de ces étapes sont déjà connues, d'autres sont nouvelles ou représentent une amélioration par rapport à des formalisations déjà proposées.

### 1. Amélioration de la connaissance A

par l'enrichissement itératif de l'interaction archéologue-objet, favorisée par la maîtrise des analogies et le développement des expérimentations et des mesures, dans une approche d'apprentissage progressif, prônée par les sciences cognitives,

### 2. Découverte de structures S

par la mise en oeuvre de méthodes d'analyse des données (DORAN, HODSON 1975; DJINDJIAN 1991; BAXTER 1994),

### 3. Enrichissement des structures S

par la mise en oeuvre de méthodes comme celles du triplet systémique (DJINDJIAN 1980, 1996),

### 4. Décomposition systémique de R, en sous-systèmes élémentaires

(cf. *infra*)

### 5. Construction des modèles

utilisant à la fois des techniques quantitatives de modélisation (DORAN 1990) basées principalement sur la théorie des jeux et des techniques de raisonnement par enchaînement logique de propositions (avec des systèmes de règles non combinatoires plutôt qu'avec des systèmes experts).

### 6. Validation du modèle par réduction du champ des possibles

(au sens de GARDIN 1991)

### 7. Rétro-actions pour enrichir et stabiliser le modèle

### 8. Simulation du modèle pour en vérifier les prédictions

### 9. Ecriture du discours

(à l'aide d'une grammaire cognitive comme celle proposé par LANGACKER 1987 et adaptée à l'Archéologie par DJINDJIAN 1996, et sous presse 2),

### 10. Audit du discours

(analyse logiciste au sens de GARDIN 1991).

Cette méthodologie en dix étapes ne se veut en aucun cas automatisable de bout en bout. Elle est un guide de formalisation du raisonnement et du discours de reconstitution, aidant étape par étape, l'archéologue, à construire et à valider son raisonnement. Certaines étapes ne peuvent se faire sans le

support de l'informatique (Étapes 2, 5, 8). Pour d'autres étapes, l'informatique n'a pas réussi à l'automatiser efficacement (Étapes 9, 10).

#### 8. DÉCOMPOSITION SYSTÉMIQUE DE R EN SOUS-SYSTÈMES ÉLÉMENTAIRES

L'archéologue ne peut réussir à modéliser globalement la complexité d'une civilisation ancienne, pas plus que les économistes n'ont réussi à modéliser les civilisations contemporaines. Pour ces derniers, la réponse à la complexité a été d'élaborer des modèles sectoriels. Pour l'archéologue, confronté à des problèmes de pauvreté des données archéologiques, une autre approche est nécessaire. Son principe est d'essayer de reconstituer d'abord les sous-systèmes qui sont reconstituables à partir des données disponibles, c'est-à-dire les artefacts, avant progressivement de s'intéresser à ceux pour lesquels peu de données sont disponibles.

– Niveau 1: les savoir-faire technologiques

La taille de la pierre, la fabrication des céramiques, des verres, etc., la métallurgie, la fabrication des peaux, la vannerie, le travail de l'os, de l'ivoire, du bois, etc.

– Niveau 2: les activités économiques

- Production artisanale (objets domestiques, outils, armes, parures, etc.),
- Approvisionnements en matières premières (pierre, argile, minerais, etc.),
- Constructions (habitats, infrastructures),
- Ressources alimentaires (la chasse, la pêche, la cueillette, l'agriculture, l'horticulture, l'élevage, etc.),
- Ressources énergétiques (eau, bois,..),
- Gestion du territoire (les cycles saisonniers, les déplacements et la sédentarité, l'exploitation du paysage, la spécialisation des sites, etc.),
- Production industrielle,
- Echanges et commerce,
- Finance,
- Etc.

– Niveau 3: sous-système des organisations sociales

Les séquences de fabrication, la spécialisation des métiers, les groupes sociaux, les hiérarchies sociales, la structure familiale, l'administration, la défense, les impôts, le système de pouvoir...

– Niveau 4: sous-système symbolique des idées et des croyances

Les lieux de cultes, les divinités, les conceptions du monde, les règles de vie, les interdits, etc.

– Niveau 5: système global

Cette décomposition systématique propre à l'Archéologie est un exemple parmi d'autres de décomposition systématique. Son objectif est de permettre

de trouver des chemins des niveaux les plus bas aux niveaux les plus hauts de la reconstitution.

## 9. CONCLUSIONS

Étapes par étapes, et par acquis méthodologiques progressifs, soit spécifiques à l'archéologie, soit inspirés d'autres disciplines des sciences humaines et des sciences exactes, il semble être possible de bâtir un cadre méthodologique en Archéologie, permettant de construire puis de valider les reconstructions partielles ou totales des civilisations disparues. Bien sûr, nous n'en sommes certainement qu'aux débuts, avec des tâtonnements qui feront sans doute sourire les nouvelles générations d'archéologues dans un futur qu'on espère proche. Il n'en demeure pas moins que la voie méthodologique représente aujourd'hui la voie la plus sûre même si elle est également la plus difficile pour atteindre un incontestable statut scientifique pour l'Archéologie.

FRANÇOIS DJINDJIAN  
Université de Paris I  
CNRS UMR 7041

## BIBLIOGRAPHIE

- BARRANDON J.N., IRRIGOIN J. 1979, *Papiers de Hollande et papiers d'Angoumois de 1650 à 1810*, «Archaeometry», 10, 101-106.
- BAXTER M.S. 1994, *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- BINFORD L.R., BINFORD S.R. 1966, *A Preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies*, «American Anthropologist», 68, 238-295.
- CLARKE D.L. 1968, *Analytical Archaeology*, London, Methuen.
- DJINDJIAN F. 1980, *Constructions de systèmes d'aides à la connaissance en archéologie préhistorique. Structuration et affectation: méthodes et algorithmes*, 2 vol. (Thèse 3<sup>e</sup> cycle: Archéologie préhistorique, Université de Paris I).
- DJINDJIAN F. 1991, *Méthodes pour l'Archéologie*, Paris, Armand Colin.
- DJINDJIAN F. 1993, *L'archéologie cognitive: une réponse au problème de l'intégration des technologies de l'Information en Archéologie*, in T. ORLANDI (ed.), *Discipline umanistiche e informatica. Il problema dell'integrazione*, Contributi Del Centro Lineo Interdisciplinare "Beniamino Segre", Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 29-39.
- DJINDJIAN F. 1996, *L'apport des Sciences cognitives à l'Archéologie*, in XIII<sup>e</sup> Congrès UISPP (Forlì 1996), Pré actes, Colloque I, vol. 1, Forlì, ABACO, 17-28.
- DJINDJIAN F. (sous presse 1), *Modèles cognitifs et modèles paradigmatiques en Archéologie*, in T. ORLANDI (ed.), *I modelli nella ricerca archeologica: il ruolo dell'informatica* (Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 2000).
- DJINDJIAN F. (sous presse 2), *Sémiologie cognitive en Archéologie*, in *Colloque Sémiotique et Archéologie* (Athènes, Ecole Française d'Athènes, 2000).
- DORAN J. 1990, *Computer-based simulation and formal modelling in Archaeology*, in A. VOORRIPS (ed.), *Mathematics and Information Science in Archaeology: A Flexible Framework*, Studies in Modern Archaeology 3, Bonn, Holos, 93-114.



- DORAN J.E., HODSON F.R. 1975, *Mathematics and Computers in Archaeology*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- GARDIN J.-CL. 1991, *Le Calcul et la Raison. Essais sur la formalisation du discours savant*, Paris, Editions de l'EHESS.
- GARDIN J.-CL. et al. 1987, *Systèmes experts et sciences humaines: le cas de l'Archéologie*, Paris, Eyrolles.
- KUHN T.S. 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.
- LANGACKER R. 1987, *Foundations of Cognitive Grammar I: Theoretical Prerequisites*, Stanford, Stanford University Press.
- PEIRCE C.S. 1992, *Reasoning and the Logic of Things*, The Cambridge Conferences. Lectures of 1898, Cambridge, Harvard University Press.
- RENFREW C., COOKE K.L. (eds.) 1979, *Transformations: Mathematical Approaches to Culture Change*, New York, Academic Press.
- RICHARD J.F., BONNET C., GHIGLIONE R. 1990, *Traité de psychologie cognitive II*, Paris, Dunod.

## ABSTRACT

An attempt to build a global cognitive theory in Archaeology is proposed. The archaeological method is based on a three level concept : knowledge acquiring, structuring and modelling, inspired by the XIX century work of Peirce, renewed by recent developments of cognitive Sciences and used today in many fields of Social and Human Sciences, System Engineering, and recently proposed in Archaeology (DJINDJIAN 1993).

The knowledge acquiring level A is the result of simultaneous and retroactive use of two mechanisms: several specific analogical processes in archaeology (contemporary analogy, ethnographical analogy, experimental analogy) and a cognitive process, general to Human Sciences. Logical objects used by archaeological reasoning are artefacts, set of artefacts (archaeological layer, dwelling structure, burial, etc.) and methodological objects (unit, sample, core, etc.). Such objects may deliver three categories of data: intrinsic data, extrinsic data and administrative data. Intrinsic data (named I) are a view of an object, resulting in the interaction between the archaeological artefact and the archaeologist who is perceiving and describing it. Intrinsic data is a knowledge of the artefact. Extrinsic data (named E) are data recording the various artefact contexts: spatial and stratigraphic localisation, links with neighbouring artefacts, environment, etc. Extrinsic data is depending on the quality of archaeological excavation and recording. In all the cognitive process, the knowledge A must be associated with the archaeologist, ARCH, who is at the origins of the interaction artefact/archaeologist, the process of producing the knowledge, Pc, and the validation process Pv, controlling the reasoning: (A, ARCH, Pc, Pv).

The structuring level, S, is discussed in relation with the question of enrichment of structures towards the emergence of a system, through a dedicated method called the systemic triple method (DJINDJIAN 1980): 1. Definition of the system S; 2. Perception and description of intrinsic data I; 3. Recording of extrinsic data E; 4. Formalisation of the structuring process: intrinsic structuring (matrix artefact x intrinsic data, O x I), extrinsic structuring (occurrence or Burt matrix intrinsic data x extrinsic data, I x E); 5. Exploratory data analysis on O x I or I x E; 6. Retroactions on I and E; 7. Iterative enrichment by integration of new I and new E; 8. Validation (on a other artefact system, a new E, etc.).

The modelling level is then examined with a discussion of the limits of the formal logic in Archaeology: empirical-inductive, where "every structure is Culture", or hypothetical-deductive methods, where "all the models are fitting well" falling in the weakness of so-called paradigmatic models. A new more restricting method is proposed, called the cognitive model method, CMM. The main features of CMM are: explicit, formalised, repetitive, stable, systemic, refutable, predictive, discursive, auditable.

A general method to build a cognitive model is then given, in ten steps; some of them are already known and referenced, others are new and detailed: 1. Improving the knowledge A; 2. Discovering the structures S inside data; 3. Enrichment of structures S; 4. Systemic organisation in hierarchical subsystems; 5. Building models R; 6. Validating models R; 7. Retroactions for enrichment and stabilisation of the models R; 8. Model simulation for predictions; 9. Writing the archaeological discourse; 10. Auditing the discourse.

The systemic organisation in hierarchical sub-systems is based on a five level system: 1. Technological know-how; 2. Economic activities: craft production, raw material supplying, subsistence resources, energy resources, buildings (dwellings, infrastructure), territory management, manufacturing, exchange and trading, etc.; 3. Social organisation: workflow, specialisation of professions, social groups, social hierarchies, family structures, community administration, defence, taxes, authority systems, etc.; 4. Symbolic sub-system: ideas and beliefs; 5. Global system.

In conclusion, such approaches of methodological development are the most reliable but also the most difficult way to reach a real scientific status for Archaeology.

